

RESSONÀNCIA MAGNÈTICA. UNA ALTRA APROXIMACIÓ A L'ESTUDI CARDÍAC

M. Huguet i Pañella

Doctora en Medicina. Centre Diagnòstic Pedralbes. CETIR Grup Mèdic.

L'impacte de la ressonància magnètica (RM) en la valoració clínica cardiovascular s'està incrementant. Aquest fet es deu en part a la millora del *hardware* i *software* i al desenvolupament de les tècniques diagnòstiques per la imatge en els darrers anys.

La RM pot utilitzar-se per a determinar l'anatomia cardíaca, la funció ventricular, la perfusió miocàrdica, la viabilitat tissular, i l'anatomia i el flux coronari. La RM pot, a més a més, visualitzar les artèries principals del cos, determinar-ne el grau d'estenosi i el flux. Atès que és una exploració mínimament invasiva i és capaç d'avaluar tants aspectes del sistema cardiovascular, la RM es proposa com una tècnica de rutina en els propers anys en malalts amb malaltia arterioscleròtica cardiovascular.

ANATOMIA I MORFOLOGIA CARDÍACA

La ressonància cardíaca presenta un alt contrast i resolució, molt adient per a valorar l'anatomia i la morfologia cardíaca. La RM permet estudiar camps de visió grans i, al mateix temps, realitzar imatges en diferents plans. Aquest fet és especialment útil en la valoració de les malalties congènites. La RM permet quantificar la mesura del shunt i estimar la magnitud del gradient. La informació funcional de la RM contribueix a plantejar el moment de la cirurgia. A més, atès

que la RM no és invasiva, és fàcilment repetitiva i adequada per a realitzar estudis evolutius.

La RM és la tècnica d'imatge d'elecció per a valorar les masses cardíques i paracardíques (fig. 1). La RM pot determinar el nombre, la mesura i la localització de les masses. Pot definir l'extensió de la massa en relació amb les cavitats cardíques i les estructures valvulars, com la seva invasió extracardíaca (p.e. pulmó, ossos o grans vasos).

La RM s'ha mostrat útil per a determinar processos infecciosos o displàsics cardíacs. Per exemple, s'ha demostrat la seva eficàcia en el diagnòstic de la miocarditis i en la displàsia aritmogènica del ventricle dret.

FUNCIÓ VENTRICULAR

La RM pot determinar la funció cardíaca mitjançant imatges seqüencials durant el cicle cardíac (fig. 2). La RM pot quantificar els volums ventriculars i la fracció d'ejecció. En ocasions és superior a l'ecocardiografia, especialment en aquells casos en els quals el ventricle esquerre no s'aproxima a una el·lipse, com en els casos d'aneurisme del ventricle esquerre. Atès que la RM no presenta restriccions en el camp de



Fig. 1. Tòrnografia axial en seqüència spin eco T1. Massa intramural (fibroma) localitzada a la paret anterolateral del ventricle esquerre, que es realça després de l'administració de contrast paramagnètic.



Fig. 2. Linia superior: imatges en eix curt. Linia mitjana: eix llarg vertical. Línia inferior: quatre càmeres. Es corresponen amb imatges individuals escollides en diferents eixos, obtingudes en cine. L'adquisició en cine obté imatges cardíques en moviment que permeten veure la funció ventricular.



Fig. 3. Imatges en quatre càmeres, on s'identifica: A) un jet d'estenosi aòrtica, sistòlic, de flux ràpid i turbulent que s'origina a la vàlvula aòrtica i s'estén a l'aorta. B) jet diastòlic d'insuficiència aòrtica, que s'inicia a la vàlvula aòrtica i s'estén al ventricle esquerre.

visió, és una excel·lent alternativa a l'ecocardiografia en pacients que requereixen un estudi funcional i tenen una pobre finestra acústica, com els emfisemes, la cifosi severa o l'obesitat moderada.

MORFOLOGIA I FUNCIO VALVULAR

La RM pot avaluar les vàlvules cardíaques de diferents maneres. Majoritàriament, les seqüències gradient d'eco detecten la presència d'estenosi (fig. 3A) o la insuficiència valvular (fig. 3B). Es pot quantificar la insuficiència valvular (tant el volum regurgitant com la fracció regurgitant).

VIABILITAT MIOCÀRDICA

Es pot determinar la viabilitat miocàrdica en RM, seguint el procediment de l'ecocardiografia amb estrès, en el qual es valora l'engruiximent de la paret en sistole després de l'administració de dosis baixes de dobutamina. Aquesta tècnica pot predir la recuperació d'un teixit infartat després de la revascularització.

Una altra tècnica més senzilla per a avaluar la viabilitat miocàrdica es basa en la captació tardana de contrast, ja que existeix una excel·lent correlació amb espècimens patològics.

El teixit no viable capta més que el teixit viable. L'increment en el senyal de ressonància del teixit no viable es creu que és degut al pas de contrast a l'espai extravascular (fig. 4).

DETECCIÓ INDIRECTA DE LA MALALTIA CORONÀRIA

Estudis d'estrès-funció

La RM pot determinar la presència de malaltia coronària significativa de la mateixa manera que l'ecocardiografia. Les imatges RM s'adquireixen en l'eix curt i en l'eix llarg en repòs i després de dosis progressives d'estrès farmacològic. L'aparició d'una anormalitat del moviment de paret durant l'estrès indica isquèmia a causa d'una lesió coronària significativa. D'acord amb la bibliografia, els estudis de dobutamina-RM són adequats per a detectar malaltia coronària significativa, de vegades amb millors resultats que l'ecocardiografia d'estrès.

Estudis d'estrès-perfusió

La tècnica més prometedora per a determinar la perfusió miocàrdica es basa en l'administració de contrast paramagnètic. El primer pas s'adquireix després d'estrès farmacològic (adenosina o dipiridamol) i posteriorment en repòs. Les àrees poc perfoses apareixen com a regions amb captació tardana de contrast, i es demostren hipointenses en les fases inicials respecte de la resta del miocardi (fig. 5). L'increment en la resolució de les imatges ha permès detectar infarts transmursals. La possibilitat de visualitzar isquèmia subendocàrdica converteix aquesta tècnica en especialment útil en la malaltia de tres vasos,



Fig. 4. Imatge T1 en eix curt, després de l'administració de contrast. S'identifica una captació tardana a la paret inferior, a causa d'un infart ocorregut 24 hores abans.



Fig. 5. Imatge en eix curt de perfusió miocàrdica. Després del primer pas del contrast, s'identifica una àrea hipointensa, subendocàrdica, septal, indicadora d'hipoperfusió.

on les tècniques de medicina nuclear poden tenir problemes per al diagnòstic.

ARTÈRIES CORONÀRIES

Les artèries coronàries són els vasos més difícils d'estudiar mitjançant RM a causa de la combinació de la respiració i el moviment cardíac. La RM es mostra útil per a determinar artèries coronàries aberrants i la permeabilitat del bypass coronari. Es precisa de l'esforç conjunt entre investigadors i enginyers de les empreses dels equips de RM, per a dissenyar un nou *hardware* i un nou *software* que permeti obtenir imatges de resolució comparable a l'angiografia radiològica. No obstant això, amb la tecnologia disponible amb els equips actuals, s'han publicat estudis que demostren aplicacions pràctiques de l'angiografia per RM, com la valoració dels segments proximals dels



Fig. 6. A) Identificació de l'artèria coronària dreta. B) Imatge en l'eix curt a la base cardíaca, que identifica el tronc principal esquerra i la sortida de l'artèria coronària dreta.

troncs coronaris i la detecció de lesions, especialment del troc comú, l'estudi de la permeabilitat coronària després de la col·locació d'un stent, l'estudi d'anomalies coronàries i l'estudi de la permeabilitat dels empelts aortocoronaris (fig. 6).

MALALTIES ADQUIRIDES DELS GRANS VASOS

L'estudi de la patologia adquirida de l'aorta és, probablement, l'aspecte que major volum d'exàmens de RM cardiovascular genera actualment. La modalitat angioressonància es basa en la realització de seqüències gradient-eco ultraràpides, realçades amb l'administració de contrast paramagnètic.

Aquesta tècnica permet estudiar els aneurismes aòrtics localitzats a l'aorta toràctica, ja siguin fusiformes o saculars, i permet establir les seves dimensions, extensió i relacions amb estructures veïnes. La RM és també una tècnica òptima per a seguiment d'aquests malalts, ja que la decisió terapèutica quirúrgica es basa en la mesura de l'aneurisme i en el seu patró de creixement, especialment en els malalts amb síndrome de Marfan, en els quals la dissecció aòrtica és una complicació relativament freqüent (fig. 7A).

En la patologia aòrtica, la RM demostra de forma acurada les coartacions aòrtiques i determina la presència de circulació col·lateral (fig. 7B).

Davant d'una dissecció aòrtica, es poden determinar el nivell, l'extensió i la presència de la falsa llum, així com les branques arterials dependents de la llum veritable i de la llum falsa.

A més a més, la angioressonància permet avaluar les estenosis o dilatacions d'altres vasos com les artèries caròtides, les artèries renals, les mesentèriques, l'eix aortoiliac, femoropopliti o tibioperoneal (fig. 8).

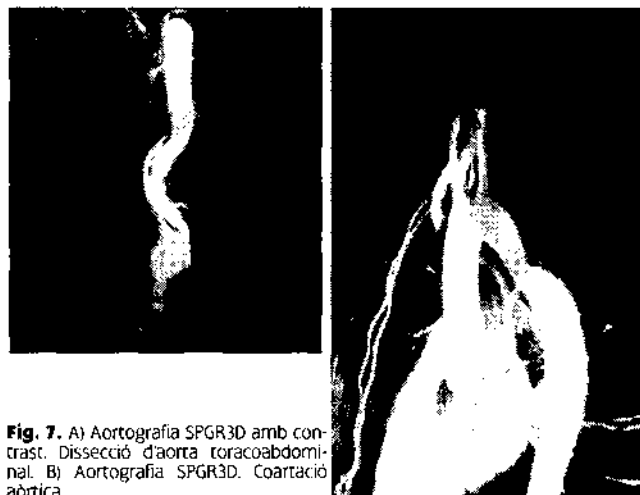


Fig. 7. A) Aortografia SPGR3D amb contrast. Dissecció d'aorta toracoabdominal. B) Aortografia SPGR3D. Coartació aòrtica.

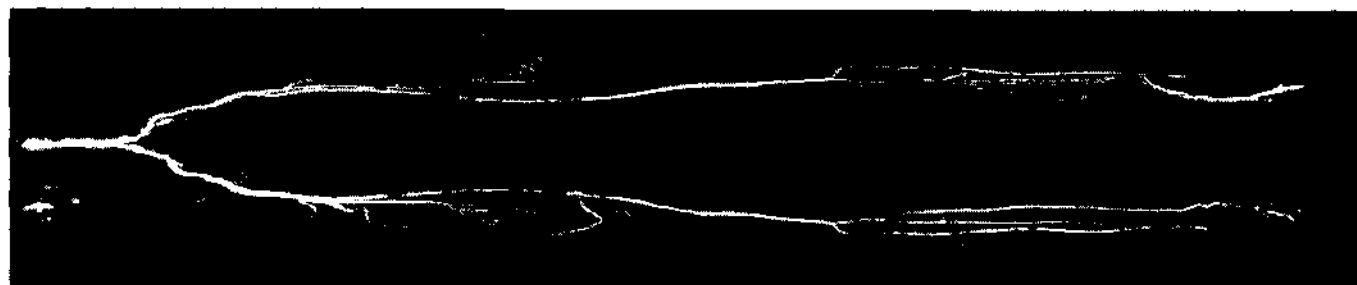


Fig. 8. Examen Angio-RM de tot l'eix arterial de les extremitats inferiors.

CONCLUSIÓ

La ressonància magnètica cardíaca proporciona informació de la morfologia i la funció miocàrdica, la funció valvular, la perfusió miocàrdica i l'anatomia coronària. Per a adquirir la mateixa informació, al malalt se li hauria de practicar una bateria d'exploracions que incloguessin l'ecocardiografia, la gammagrafia amb Tàli-201, el PET i el cateterisme coronari. La possibilitat que, en un futur pròxim, la ressonància proporcioni un examen complet en 30 minuts és esperançador. Si els metges són entrenats en aquesta tecnologia, creiem que la ressonància cardíaca es convertirà aviat en una tècnica de rutina dins de l'examen de la malaltia arterioscleròtica.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

1. Roditi GH, Hartnell GG, Cohen MC. MRI changes in myocarditis-evaluation with spin echo, cine MR angiography and contrast enhanced spin echo imaging. *Clin Radiol* 2000;55:752-8.
2. Friedrich MG, Strohm O, Schulz-Menger J, et al. Contrast-media-enhanced magnetic resonance imaging visualizes myocardial changes in the course of viral myocarditis. *Circulation* 1998;97:1802-9.
3. Blake LM, Scheinman MM, Higgins CB. MR features of arrhythmogenic right ventricular dysplasia. *Am J Roentgenol* 1994;162:809-12.
4. Van der Wall EE, Kayser HW, Bootsma MM, et al. Arrhythmogenic right ventricular dysplasia: MRI findings. *Herz* 2000;25:356-64.
5. Martin ET, Fuisz AR, Pohost GM. Imaging cardiac structure and pump function. *Cardiol Clin* 1998;16:135-60.
6. Yang PC, Kerr AB, Liu AC, et al. New real-time interactive cardiac magnetic resonance imaging system complements arteriography. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:2049-56.
7. Nayak KS, Pauly JM, Kerr AB, et al. Real-time color flow MRI. *Magn Reson Med* 2000;43:251-8.
8. Arai AE, Epstein FH, Bove KE, et al. Visualization of aortic valve leaflets using black blood MRI. *J Magn Reson Imaging* 1999;10:771-7.
9. Baer FM, Voth E, Schneider CA, et al. Comparison of low-dose dobutamine-gradient-echo magnetic resonance imaging and positron emission tomography with [18F] fluorodesoxyglycose in patients with chronic coronary artery disease. A functional and morphological approach to the detection of residual myocardial viability. *Circulation* 1995;91:1006-15.
10. Baer FM, Theissen P, Schneider CA, et al. Dobutamine magnetic resonance imaging predicts contractile recovery of chronically dysfunctional myocardium after successful revascularization. *J Am Coll Cardiol* 1998;31:1040-8.
11. Kim RJ, Wu E, Rafael A, et al. The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction. *N Engl J Med* 2000;343:1445-53.

12. Fieno DS, Kim RJ, Chen EI, et al. Contrast-enhanced magnetic resonance imaging of myocardium at risk of myocardial infarction: distinction between reversible and irreversible injury throughout infarct healing. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:1985-91.

RESSONÀNCIA MAGNÈTICA: UNA ALTRA APROXIMACIÓ A L'ESTUDI CARDÍAC

L'impacte de la ressonància magnètica (RM) en la valoració clínica cardiovascular s'està incrementant, a causa, en part, de la millora en el *hardware* i en el *software* aplicats en aquesta tècnica de diagnòstic per la imatge. La RM es pot utilitzar per a determinar l'anatomia i la morfologia cardíaca, la funció ventricular, la morfologia i les funcions valvulars, la viabilitat miocàrdica (tècnica que pot predir la recuperació d'un teixit infartat després de la revascularització) i la perfusió miocàrdica. D'altra banda, la RM és útil per a determinar l'existència d'artèries coronàries aberrants i la permeabilitat d'una derivació coronària, però no és una tècnica adequada per a valorar l'estenosi coronària. L'estudi de la patologia adquirida de l'aorta (disecció, aneurismes) és l'aspecte que actualment genera un major volum d'exàmens de RM cardiovascular, en la modalitat d'angioressonància. Aquesta tècnica permet avaluar les estenosis o dilatacions d'altres vasos, com les artèries caròtides, renals, mesentèriques o els eixos aortoiliac, femoropopliti o tibioperoneal. un gran avantatge de la RM consisteix en el fet que per a adquirir la mateixa informació s'hauria de practicar al pacient una bateria d'exploracions que inclogués un ecocardiograma, una gammagrafia amb tali 201, una tomografia per emissió de positrons i un cateterisme coronari.

RESONANCIA MAGNÉTICA: OTRA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO CARDÍACO

El impacto de la resonancia magnética (RM) en la valoración clínica cardiovascular se está incrementando, debido en parte a la mejoría en el *hardware* y en el

software aplicados en esta técnica de diagnóstico por la imagen. La RM puede utilizarse para determinar la anatomía y morfología cardíacas, la función ventricular, la morfología y función valvulares, la viabilidad miocárdica (técnica que puede predecir la recuperación de un tejido infartado después de la revascularización) y la perfusión miocárdica. Por otra parte, la RM es útil para determinar la existencia de arterias coronarias aberrantes y la permeabilidad de una derivación coronaria, pero no es una técnica adecuada para valorar estenosis coronaria. El estudio de la patología adquirida de la aorta (disección, aneurismas) es el aspecto que actualmente genera un mayor volumen de exámenes de RM cardiovascular, en su modalidad de angiorresonancia. Esta técnica permite evaluar las estenosis o dilataciones de otros vasos, como las arterias carótidas, renales, mesentéricas o los ejes aortoiliaco, femoropoplíteo o tibioperoneal. Una gran ventaja de la RM consiste en que para adquirir la misma información al paciente se le debería practicar una batería de exploraciones que incluyera ecocardiograma, gammagrafía con talio 201, tomografía por emisión de positrones y cateterismo coronario.

MAGNETIC RESONANCE IMAGING: ANOTHER APPROXIMATION TO CARDIAC STUDY

The impact of magnetic resonance imaging (MRI) in clinical cardiovascular evaluation is increasing, partly due to improvements in the software and hardware used in this diagnostic ventricular function, valvular morphology and function, myocardial viability (a technique that can predict the recovery of an infarcted tissue after revascularization) and myocardial perfusion. In addition, MRI is useful in determining the existence of aberrant coronary arteries and the patency of coronary bypass, but it is not an appropriate technique for evaluating coronary stenosis. Currently, the aspect generating the greatest number of MRI scan is investigation of acquired aortal defects (dissection, aneurysms) in the form of MR angiography. This technique enables evaluation of stenosis or dilatation of other vessels such as the carotid, renal and mesenteric arteries or the aortoiliac, femoropopliteal or tibioperoneal axes. A great advantage of MRI is that to obtain the same information, the patient would need to undergo a battery of tests including electrocardiograms, 201-thallium scintigraphy, positron emission tomography and cardiac catheterization.